

B5

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-313390

(43)Date of publication of application : 25.10.2002

(51)Int.Cl.

H01M 8/04  
H01M 8/10

(21)Application number : 2001-114517 (71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

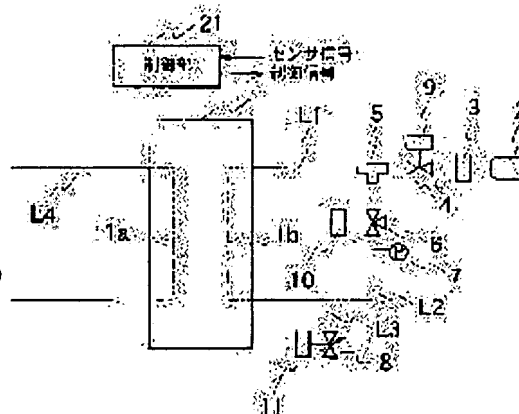
(22)Date of filing : 12.04.2001 (72)Inventor : ITO YASUYUKI  
MIYAKUBO HIROSHI

## (54) FUEL CELL SYSTEM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To restrict the exhaust amount of fuel gas and surely replace gas in a fuel gas passage with the fuel gas when starting a fuel cell stack.

**SOLUTION:** This fuel cell system comprises a control part 21 which performs, when starting the fuel cell stack 1, first determination processing for putting a starting fuel gas exhaust valve 6 into an opened condition, controlling the opening adjustment of a fuel supply control valve 4 to make a fuel gas pressure constant and putting the starting fuel gas exhaust valve 6 into a closed condition in accordance with the opening of the fuel supply control valve 4 or second determination processing for putting the starting fuel gas exhaust valve 6 into the opened condition, making the opening of the fuel supply control valve 4 constant and putting the starting fuel gas exhaust valve 6 into the closed condition in accordance with the fuel gas pressure.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.12.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3879429

[Date of registration] 17.11.2006

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームコード\* (参考)

H 0 1 M 8/04

H 0 1 M 8/04

X 5 H 0 2 6

J 5 H 0 2 7

P

Z

8/10

8/10

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-114517(P2001-114517)

(22) 出願日 平成13年4月12日 (2001. 4. 12)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 伊藤 泰之

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72) 発明者 宮窪 博史

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外8名)

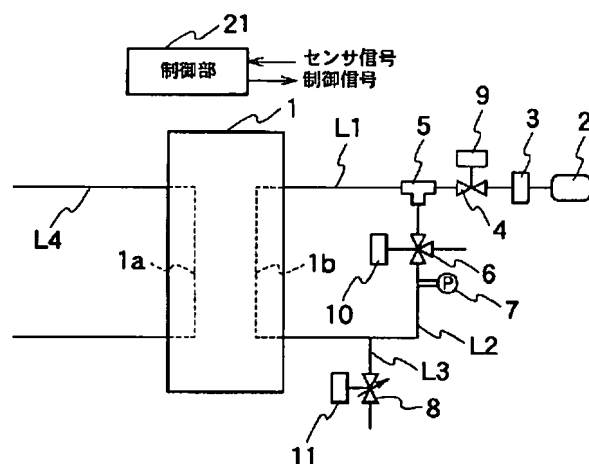
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池スタックの始動時に、燃料ガスの排出量を抑制すると共に燃料ガス流路中のガスを燃料ガスに確実に置換する。

【解決手段】 制御部21により燃料電池スタック1を始動開始するに際して、起動時燃料ガス排出弁6を開状態にし、燃料ガス圧力を一定とするように燃料供給調整弁4の開度を調整する制御をし、燃料供給調整弁4の開度に基づいて起動時燃料ガス排出弁6を閉状態にする第1判定処理、又は起動時燃料ガス排出弁6を開状態にし、燃料供給調整弁4の開度を一定にし、燃料ガス圧力に基づいて起動時燃料ガス排出弁6を閉状態にする第2判定処理をする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電解質膜を酸化剤極と燃料極とにより挟んで構成され、上記酸化剤極側に酸化剤ガスが供給されると共に、上記燃料極側に燃料ガスが供給されて発電する燃料電池と、

上記燃料電池の燃料極に燃料ガスを燃料ガス供給流路を介して供給する燃料ガス供給手段と、

上記燃料電池から排出された燃料ガスを燃料ガス排出流路を介して外気へ排出する燃料ガス排出手段と、

上記燃料電池内の燃料ガス圧力を検出する圧力検出手段と、

上記燃料電池を始動開始するに際して、

上記燃料ガス排出手段を開状態にし、上記圧力検出手段で検出された上記燃料電池内の燃料ガス圧力に基づいて上記燃料電池内の燃料ガス圧力を一定とするように上記燃料ガス供給手段の上記燃料電池への燃料ガス供給量を調整する制御をし、上記燃料ガス供給手段の燃料ガス供給量に基づいて上記燃料ガス排出手段を開状態にする第1判定処理、

又は上記燃料ガス排出手段を開状態にし、上記燃料電池への燃料ガス供給量を一定にするように上記燃料ガス供給手段を制御し、上記圧力検出手段で検出された上記燃料電池内の燃料ガス圧力に基づいて上記燃料ガス排出手段を開状態にする第2判定処理をする始動制御手段とを備えることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】 上記始動制御手段は、上記第1判定処理において、上記燃料ガス供給手段の燃料ガス供給量が所定量以上になったことに応じて上記燃料ガス排出手段の燃料ガス排出量を制御することを特徴とする請求項1記載の燃料電池システム。

【請求項3】 上記始動制御手段は、上記第2判定処理において、上記圧力検出手段で検出された上記燃料電池内の燃料ガス圧力が所定値以下になったことに応じて上記燃料ガス排出手段の燃料ガス排出量を制御することを特徴とする請求項1記載の燃料電池システム。

【請求項4】 上記燃料ガス排出手段は、上記燃料電池の燃料ガス排出口から排出された燃料ガスを上記燃料電池の燃料ガス供給口に循環する燃料ガス循環流路上に設けられることを特徴とする請求項1乃至3記載の燃料電池システム。

【請求項5】 上記燃料ガス排出手段は、上記燃料電池の燃料ガス排出口から排出された燃料ガスを外部に排出する燃料ガス排出流路であって上記燃料ガス排出口近傍に設けられることを特徴とする請求項1乃至3記載の燃料電池システム。

【請求項6】 上記燃料電池の電圧を検出する電圧検出手段を更に備え、

上記燃料ガス排出手段を開状態にした後に、上記電圧検出手段で検出された上記燃料電池の電圧に基づいて上記燃料電池の状態を検出することを特徴とする請求項1乃至5の何れかーに記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池の運転を開始するに際して、燃料電池への燃料ガスの供給をすると共に燃料ガス排出弁を開状態にして、燃料ガス流路内の空気などの残留ガスを燃料ガスに置換する燃料電池システムに関する。

【0002】

【従来の技術】従来の燃料電池システムとしては、発電源として、いわゆる燃料電池スタックを用いたものが知られている。燃料電池スタックは、固体高分子電解質膜を酸化剤極と燃料極とにより挟んで構成された燃料電池構造体が、セパレータを介して複数積層されてなる。この燃料電池システムでは、燃料電池スタックに水素を燃料ガスとして燃料極に供給すると共に、酸素を含んだ空気を空気極に供給することにより、水素と酸素とを電気化学的に反応させて直接発電するものである。

【0003】通常、燃料電池システムでは、燃料電池スタックを起動するに際して、燃料ガス配管流路中の燃料ガス以外の残留ガス（空気）を、燃料ガスで置換する必要がある。

【0004】従来の燃料電池システムでは、燃料電池を起動するに際して、特開平11-97047号公報に開示されている技術が知られている。

【0005】この燃料電池システムでは、燃料電池スタックの起動時において、燃料電池スタックに燃料ガス及び酸化剤ガスを供給開始し、電圧検出手段により燃料電池スタックの発電電圧を検出する。そして、燃料電池スタックの発電電圧が一定となると、燃料電池システムの燃料ガス配管流路中が燃料ガスで満たされたことを検知する。このとき、燃料電池システムでは、燃料ガス配管流路中の残留ガスを燃料ガスで置換するために、燃料ガス配管流路に設けられた排出バルブを開状態にしておくようにしていた。

【0006】また、この燃料電池システムでは、一定体積の燃料ガス以外の残留ガスを排出バルブから排出したら、燃料ガス配管流路が燃料ガスで満たされたことを判定していた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述の従来の燃料電池システムでは、一般的に、燃料電池スタックの温度や、燃料電池スタック内のガス供給流路の水詰まり有無によって、燃料電池スタックの発電状態が異なってしまう。

【0008】しかし、上述の従来の特開平11-97047号公報に開示された燃料電池システムでは、燃料電池スタックの起動時に燃料ガス配管流路中が燃料ガスで置換されたことを単に燃料電池スタックの発電電圧を検知して判定しているために、水詰まりか、或いはその他の要因で発電に支障がある条件下などでは正確に燃料ガ

スの置換状態を判定することができない場合がある。

【0009】また、この燃料電池システムでは、燃料ガス配管流路中の残留ガスを燃料ガスで置換するに際して、一定体積のガスを排出したら燃料ガス配管流路が燃料ガスで満たされたことを判定していたが、燃料ガス配管流路中のガスの流れ具合によっては燃料ガスで置換が行われたか否かの正確な判定が困難となる。

【0010】そこで、本発明は、上述した実情に鑑みて提案されたものであり、燃料電池スタックの始動時に、燃料ガスの排出量を抑制すると共に燃料ガス流路中の残留ガスを燃料ガスに確実に置換することができる燃料電池システムを提供するものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る発明では、電解質膜を酸化剤極と燃料極とにより挟んで構成され、上記酸化剤極側に酸化剤ガスが供給されると共に、上記燃料極側に燃料ガスが供給されて発電する燃料電池と、上記燃料電池の燃料極に燃料ガスを燃料ガス供給流路を介して供給する燃料ガス供給手段と、上記燃料電池から排出された燃料ガスを燃料ガス排出流路を介して外気へ排出する燃料ガス排出手段と、上記燃料電池内の燃料ガス圧力を検出する圧力検出手段と、上記燃料電池を始動開始するに際して、上記燃料ガス排出手段を開状態にし、上記圧力検出手段で検出された上記燃料電池内の燃料ガス圧力に基づいて上記燃料電池内の燃料ガス圧力を一定とするように上記燃料ガス供給手段の上記燃料電池への燃料ガス供給量を調整する制御をし、上記燃料ガス供給手段の燃料ガス供給量に基づいて上記燃料ガス排出手段を開状態にする第1判定処理、又は上記燃料ガス排出手段を開状態にし、上記燃料電池への燃料ガス供給量を一定にするように上記燃料ガス供給手段を制御し、上記圧力検出手段で検出された上記燃料電池内の燃料ガス圧力に基づいて上記燃料ガス排出手段を開状態にする第2判定処理をする始動制御手段とを備える。

【0012】請求項2に係る発明では、上記始動制御手段は、上記第1判定処理において、上記燃料ガス供給手段の燃料ガス供給量が所定量以上になったことに応じて上記燃料ガス排出手段の燃料ガス排出量を制御する。

【0013】請求項3に係る発明では、上記始動制御手段は、上記第2判定処理において、上記圧力検出手段で検出された上記燃料電池内の燃料ガス圧力が所定値以下になったことに応じて上記燃料ガス排出手段の燃料ガス排出量を制御する。

【0014】請求項4に係る発明では、上記燃料ガス排出手段は、上記燃料電池の燃料ガス排出口から排出された燃料ガスを上記燃料電池の燃料ガス供給口に循環する燃料ガス循環流路上に設けられる。

【0015】請求項5に係る発明では、上記燃料ガス排出手段は、上記燃料電池の燃料ガス排出口から排出された燃料ガスを外部に排出する燃料ガス排出流路であって

上記燃料ガス排出口近傍に設けられる。

【0016】請求項6に係る発明では、上記燃料電池の電圧を検出する電圧検出手段を更に備え、上記燃料ガス排出手段を開状態にした後に、上記電圧検出手段で検出された上記燃料電池の電圧に基づいて上記燃料電池の状態を検出する。

【0017】

【発明の効果】請求項1に係る発明によれば、燃料電池を始動開始するに際して、燃料ガス排出手段を開状態にし、圧力検出手段で検出された燃料電池内の燃料ガス圧力に基づいて燃料電池内の燃料ガス圧力を一定とするように燃料ガス供給手段の燃料電池への燃料ガス供給量を調整する制御をし、燃料ガス供給手段の燃料ガス供給量に基づいて燃料ガス排出手段を開状態にする第1判定処理、又は燃料ガス排出手段を開状態にし、燃料電池への燃料ガス供給量を一定にするように燃料ガス供給手段を制御し、圧力検出手段で検出された燃料電池内の燃料ガス圧力に基づいて燃料ガス排出手段を開状態にする第2判定処理をするので、燃料ガス供給流路内における燃料ガスへの置換状況を的確に判断することができる。

【0018】請求項2に係る発明によれば、第1判定処理において、燃料ガス供給手段の燃料ガス供給量が所定量以上になったことに応じて燃料ガス排出手段の燃料ガス排出量を制御するので、燃料電池の始動開始時に、必要以上の燃料ガスを排出することを抑制して燃費の向上を図ることができると共に、燃料ガスへの置換不足による燃料電池の性能劣化を防止することができる。

【0019】請求項3に係る発明によれば、第2判定処理において、圧力検出手段で検出された燃料電池内の燃料ガス圧力が所定値以下になったことに応じて燃料ガス排出手段の燃料ガス排出量を制御するので、燃料電池の始動開始時に、必要以上の燃料ガスを排出することを抑制して燃費の向上を図ることができると共に、燃料ガスへの置換不足による燃料電池の性能劣化を防止することができる。また、この請求項3に係る発明によれば、第1判定処理よりも制御内容を簡略化することができる。

【0020】請求項4に係る発明では、燃料ガス排出手段を燃料電池の燃料ガス排出口から排出された燃料ガスを燃料電池の燃料ガス供給口に循環する燃料ガス循環流路上に設けられるので、燃料ガス供給流路及び燃料ガス循環流路内の燃料ガスへの置換を確実に行うことができる。

【0021】請求項5に係る発明によれば、燃料電池の燃料ガス排出口から排出された燃料ガスを外部に排出する燃料ガス排出流路であって燃料ガス排出口近傍に設けられるので、燃料ガス循環流路を有していない場合にも請求項1乃至3に係る処理を行うことができる。

【0022】請求項6に係る発明によれば、燃料電池の電圧を検出する電圧検出手段を更に備え、燃料ガス排出手段を開状態にした後に、電圧検出手段で検出された燃

料電池の電圧に基づいて燃料電池の状態を検出するので、燃料電池内の水詰まり等による発電不良などの燃料電池状態を始動制御時に検出することができる。

#### 【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0024】本発明は、例えば図1に示すように構成された燃料電池システムに適用される。

【0025】〔燃料電池システムの構成（図1）〕この燃料電池システムに備えられる燃料電池スタック1は、固体高分子電解質膜を酸化剤極と燃料極とにより挟んで構成された燃料電池構造体が、セパレータを介して複数積層されてなるスタック構造となっている。また、この燃料電池スタック1では、内部に酸化剤ガスを通過させる酸化剤ガス流路1a、燃料ガスを通過させる燃料ガス流路1b、冷却水を通過させる冷却水流路（図示せず）が設けられている。そして、燃料電池スタック1は、上記酸化剤極側に酸化剤ガスとしての空気が供給されると共に、上記燃料極側に燃料ガスとしての水素ガスが供給される。これにより、燃料電池スタック1は、水分を媒体として膜中をそれぞれのイオンが移動して接触して発電する。

【0026】この燃料電池システムは、各部の動作を制御する制御部21が備えられている。制御部21としては、例えば、各種半導体素子などによって構成されたコンピュータ等の情報処理装置が用いられており、この制御部21によって各部が制御されることにより、燃料電池システム全体としての動作が制御される。

【0027】また、燃料電池システムは、燃料電池スタック1に供給する燃料ガスを蓄積する燃料貯蔵用タンク2、レギュレータ3、燃料供給調整弁4、エゼクタポンプ5が燃料ガス供給流路L1上に配設され、起動時燃料ガス排出弁6が燃料ガス循環流路L2上に配設されて構成されている。

【0028】また、この燃料電池システムは、起動時燃料ガス排出弁6の燃料ガス流入側近傍に、燃料ガス循環流路L2中の燃料ガス圧力を検出する圧力センサ7が配設され、更に燃料ガス循環流路L2から分岐した燃料ガスバイパス流路L3上にパージ弁8が配設されている。

【0029】圧力センサ7は、燃料ガス循環流路L2内の燃料ガス圧力を検出し、センサ信号として制御部21

$$n = A \times (1/(\rho_0)^{1/2}) \times \{(2\kappa/(\kappa-1)) \times p_0 \cdot f(p/p_0)\}^{1/2} \quad (式1)$$

で表現される。上記式1において、Aは燃料供給調整弁4又は起動時燃料ガス排出弁6の開口面積、 $\rho_0$ はガス密度、pは燃料供給調整弁4又は起動時燃料ガス排出弁6の上流でのガス圧力、 $p_0$ は燃料供給調整弁4又は起動時燃料ガス排出弁6の下流でのガス圧力を示す。

【0037】上記モル流量nの式1より、燃料供給調整弁4と起動時燃料ガス排出弁6との開口面積が同等で

に出力する。この圧力センサ7により検出された燃料ガス圧力は、制御部21により燃料電池スタック1内の燃料ガス圧力として認識される。

【0030】更に、この燃料電池システムは、燃料供給調整弁4の弁開度の調整をする第1アクチュエータ9と、起動時燃料ガス排出弁6の弁開度の調整をする第2アクチュエータ10と、パージ弁8の弁開度の調整をする第3アクチュエータ11とを備える。

【0031】これらの第1アクチュエータ9、第2アクチュエータ10及び第3アクチュエータ11は、制御部21からの制御信号にしたがって、燃料供給調整弁4、起動時燃料ガス排出弁6及びパージ弁8を駆動して弁開度を調整する。

【0032】制御部21は、例えば外部から燃料電池スタック1の運転を開始する旨の命令が供給されることで、燃料電池スタック1の発電を開始するように各部を制御し、後述の第1～第3始動制御処理のいずれかを実行する。

【0033】この第1～第3始動制御処理は、燃料ガス供給流路L1内及び燃料ガス循環流路L2内で燃料電池スタック1の始動前に蓄積されていた燃料ガス以外の残留ガスを、燃料ガスに置換する処理である。燃料ガス供給流路L1及び燃料ガス循環流路L2内の残留ガスとは、主として、前回のパージ弁8によるパージ動作で流入した空気などがある。

【0034】このような燃料電池システムでは、燃料電池スタック1の運転を開始するに際して、制御部21の制御に従って、酸化剤ガス供給流路L4を介して燃料電池スタック1の酸素極に酸素を含む酸化剤ガスを供給すると共に、燃料電池スタック1の燃料極に水素を含む燃料ガスを供給する。

【0035】〔燃料電池システムの始動制御処理（図2、図3）〕

「第1始動制御処理」第1始動制御処理では、燃料ガス供給流路L1及び燃料ガス循環流路L2に燃料電池スタック1を始動開始する前に残留している残留ガスを、燃料ガスに置換するに際して、起動時燃料ガス排出弁6を開にした状態で、燃料供給調整弁4の開度を変化させるように制御部21により制御する。

【0036】これは、燃料電池システムにおいて、モル流量nの關係が、

ある場合には、残留ガス（空気）のガス密度が燃料ガス（水素）のガス密度よりも約1.4倍高いので、起動時燃料ガス排出弁6から空気が排出されにくい。

【0038】したがって、この第1始動制御処理では、モル流量nを残留ガスと燃料ガスとで同等にするために、残留ガスを起動時燃料ガス排出弁6から排出する時よりも、燃料ガスを起動時燃料ガス排出弁6から排出する時に、起動時燃料ガス排出弁6の上流でのガス

圧力を高くする。このために、制御部21は、図2に示すように、燃料供給調整弁4の開度を開いて開口面積を大きくする制御をする。

【0039】制御部21は、図2から分かるように、時刻 $t_0$ で燃料電池スタック1の始動を開始すると、燃料供給調整弁4の開度を徐々に大きくて残留ガス排出を開始し、起動時燃料ガス排出弁6から燃料ガスが排出され始めると起動時燃料ガス排出弁6上流圧力が下がる。

【0040】これに対し、制御部21は、時刻 $t_1$ 以降から、起動時燃料ガス排出弁6上流圧力を一定するように燃料供給調整弁4の開度を徐々に大きくする制御をすることで、残留ガス及び燃料ガスを排出する。

【0041】制御部21は、燃料ガスの排出量が多くなるほど起動時燃料ガス排出弁6上流圧力が小さくなるが、起動時燃料ガス排出弁6上流圧力を一定にしたまま燃料供給調整弁4の開度を徐々に大きくする制御をする。

【0042】そして、時刻 $t_2$ 以降から、燃料供給調整弁4の開度が設定値 $V_s$ 以上となると、燃料ガスのみが起動時燃料ガス排出弁6から排出されており、燃料ガス供給流路L1及び燃料ガス循環流路L2内の残留ガスから燃料ガスへの置換が完了したとする。

【0043】図3に、このような第1始動制御処理を行うときの制御部21の処理手順を示す。

【0044】先ず、制御部21は、燃料電池スタック1を起動する旨の命令を入力することに応じて、ステップS1以降の処理を開始する。

【0045】ステップS1において、制御部21は、燃料電池スタック1を始動するために、先ず、起動時燃料ガス排出弁6を開状態にする制御信号を第2アクチュエータ10に出力する。これに応じて、第2アクチュエータ10は起動時燃料ガス排出弁6を開状態に駆動する。

【0046】次のステップS2において、制御部21は、燃料供給調整弁4を初期設定開度 $V_\alpha$ まで開く制御信号を第1アクチュエータ9に出力する。これに応じて、第1アクチュエータ9は燃料供給調整弁4の開度 $V$ を初期設定開度 $V_\alpha$ まで開くように駆動する。ここで、制御部21は、初期設定開度 $V_\alpha$ を予め内部メモリに記憶しており、初期設定開度 $V_\alpha$ をステップS1における起動時燃料ガス排出弁6の開口面積よりも小さく設定している。

【0047】ステップS2が終了した時点では、燃料貯蔵用タンク2からの燃料ガスが燃料ガス供給流路L1及び燃料ガス循環流路L2内に供給され、燃料ガス供給前に燃料ガス供給流路L1及び燃料ガス循環流路L2に蓄積された残留ガスが起動時燃料ガス排出弁6から排出されている状態となる。

【0048】この状態において、燃料ガス供給流路L1

及び燃料ガス循環流路L2内では、燃料貯蔵用タンク2から燃料供給調整弁4を介して供給された燃料ガス濃度が徐々に増えているのに対して、燃料ガス供給前に燃料ガス供給流路L1及び燃料ガス循環流路L2に蓄積されていたガスの濃度が徐々に低くなっている。

【0049】次のステップS3において、制御部21は、圧力センサ7からのセンサ信号を入力し、センサ信号から燃料ガス循環流路L2内の現在の燃料ガス圧力値 $P_r$ を得る。

【0050】次のステップS4において、制御部21は、ステップS3において検出した燃料ガス圧力値 $P_r$ と、予め内部メモリに記憶しておいた圧力目標値 $P_s$ との比較をし、燃料ガス圧力値 $P_r$ が圧力目標値 $P_s$ よりも小さいか否かの判定をする。制御部21は、燃料ガス圧力値 $P_r$ が圧力目標値 $P_s$ よりも小さいときにはステップS5に処理を進め、小さくないときにはステップS3に処理を戻す。

【0051】ステップS5において、制御部21は、燃料供給調整弁4の開度を設定値 $\beta$ 分だけ開く制御信号を第1アクチュエータ9に出力する。これに応じて、第1アクチュエータ9はステップS4の時点での開度よりも設定値 $\beta$ 分だけ開くように燃料供給調整弁4を駆動する。

【0052】ここで、上記設定値 $\beta$ は、起動時燃料ガス排出弁6から燃料ガス供給流路L1及び燃料ガス循環流路L2内の残留ガスを排出するときに必要な燃料供給調整弁4の開度面積と、起動時燃料ガス排出弁6から燃料ガス供給流路L1及び燃料ガス循環流路L2内の燃料ガスを排出するときに必要な燃料供給調整弁4の開度面積との差を、等分した値とする。この設定値 $\beta$ は、燃料電池システムの構成や仕様により異なるものであり、予め制御部21内のメモリに格納された値である。

【0053】次のステップS6において、制御部21は、ステップS5で変更された燃料供給調整弁4の開度 $V$ と、設定値 $V_s$ との比較をする。制御部21は、設定値 $V_s$ が燃料供給調整弁4の開度 $V$ よりも大きい場合には、燃料ガス供給流路L1及び燃料ガス循環流路L2内のガスを燃料ガスで置換している最中であると判定してステップS3に処理を戻し、小さくない場合には燃料ガス供給流路L1及び燃料ガス循環流路L2内の残留ガスを燃料ガスで置換終了したと判定してステップS7に処理を進める。

【0054】ステップS7において、制御部21は、起動時燃料ガス排出弁6を閉じる制御信号を第2アクチュエータ10に出力し、第2アクチュエータ10により起動時燃料ガス排出弁6を閉じるように駆動させて、処理を終了する。

【0055】このような処理を行う制御部21を備えた燃料電池システムによれば、燃料供給調整弁4の開度、すなわち燃料供給調整弁4から燃料ガス供給流路L1及

び燃料ガス循環流路L2に供給する燃料ガス供給量に基づいて、燃料ガス循環流路L2内の残留ガスから燃料ガスへの置換状況を的確に判断することができる。したがって、この燃料電池システムによれば、燃料電池スタック1の始動開始時に、必要以上の燃料ガスを排出することを抑制して燃費の向上を図ることができると共に、残留ガスから燃料ガスへの置換不足による燃料電池スタック1の性能劣化を防止することができる。

【0056】「第2始動制御処理（図4、図5）」第2始動制御処理では、上記式1より、燃料供給調整弁4と起動時燃料ガス排出弁6との開口面積が同等である場合には、残留ガス（空気）のガス密度が燃料ガス（水素）のガス密度よりも約1.4倍高く、残留ガス排出時と燃料ガス排出時とで起動時燃料ガス排出弁6上流圧力が増加することを利用する。

【0057】すなわち、図4に示すように、制御部21は、時刻 $t_0$ 以降から、燃料供給調整弁4の開度を一定にした状態で燃料ガスを燃料ガス供給流路L1及び燃料ガス循環流路L2に供給開始する。すると、燃料ガス供給流路L1及び燃料ガス循環流路L2に残留していた残留ガスが起動時燃料ガス排出弁6から排出され、起動時燃料ガス排出弁6上流圧力が高い状態となる。

【0058】これは、上記式1の関係より、燃料供給調整弁4と起動時燃料ガス排出弁6との開口面積を一定にした場合、残留ガスの密度が燃料ガスの密度よりも大きいため、燃料ガスと比較して残留ガスが起動時燃料ガス排出弁6に流れにくいことによる。

【0059】そして、起動時燃料ガス排出弁6からの燃料ガス排出が時刻 $t_1$ 以降から始めると、起動時燃料ガス排出弁6上流圧力が次第に低くなり、時刻 $t_1$ 以降で設定値 $P_\alpha$ 以下となる。

【0060】これは、上記式1の関係より、燃料供給調整弁4と起動時燃料ガス排出弁6との開口面積を一定にした場合、燃料ガスの密度が残留ガスの密度よりも小さいために、残留ガスと比較して燃料ガスが起動時燃料ガス排出弁6に流れやすくなることによる。

【0061】これに応じて、制御部21は、燃料ガスのみが起動時燃料ガス排出弁6から排出されており、燃料ガス供給流路L1及び燃料ガス循環流路L2内の残留ガスから燃料ガスへの置換が完了したとする。

【0062】図5に、このような第2始動制御処理を行うときの制御部21の処理手順を示す。

【0063】先ず、制御部21は、燃料電池スタック1を起動する旨の命令を入力することに応じて、ステップS11以降の処理を開始する。

【0064】ステップS11において、制御部21は、燃料電池スタック1を始動するために、先ず、起動時燃料ガス排出弁6を開状態にする制御信号を第2アクチュエータ10に出力する。これに応じて、第2アクチュエータ10は起動時燃料ガス排出弁6を開状態に駆動

する。

【0065】次のステップS2において、制御部21は、燃料供給調整弁4を初期設定開度 $V_r$ まで開く制御信号を第1アクチュエータ9に出力する。これに応じて、第1アクチュエータ9は燃料供給調整弁4の開度 $V$ を初期設定開度 $V_r$ まで開くように駆動する。

【0066】ステップS12が終了した時点では、燃料貯蔵用タンク2からの燃料ガスが燃料ガス供給流路L1及び燃料ガス循環流路L2内に供給され、燃料ガス供給前に燃料ガス供給流路L1及び燃料ガス循環流路L2に蓄積された残留ガスが起動時燃料ガス排出弁6から排出されている状態となる。したがって、図4に示したように、起動時燃料ガス排出弁6上流圧力は高い状態となる。

【0067】次のステップS13において、制御部21は、圧力センサ7からのセンサ信号を入力し、センサ信号から燃料ガス循環流路L2内の現在の燃料ガス圧力値 $P_r$ を得る。

【0068】次のステップS14において、制御部21は、ステップS13において検出した燃料ガス圧力値 $P_r$ と、予め内部メモリに記憶しておいた圧力目標値 $P_\alpha$ との比較をし、燃料ガス圧力値 $P_r$ が圧力目標値 $P_\alpha$ よりも小さいか否かの判定をする。制御部21は、燃料ガス圧力値 $P_r$ が圧力目標値 $P_\alpha$ よりも小さいときにはステップS13に処理を戻し、小さくないときにはステップS15に処理を進める。

【0069】ステップS15において、制御部21は、起動時燃料ガス排出弁6を閉じる制御信号を第2アクチュエータ10に出力し、第2アクチュエータ10により起動時燃料ガス排出弁6を閉じるように駆動させて、処理を終了する。

【0070】このような処理を行う制御部21を備えた燃料電池システムによれば、燃料ガス循環流路L2内の燃料ガスへの置換状況を的確に判断することができる。したがって、この燃料電池システムによれば、燃料電池スタック1の始動開始時に、必要以上の燃料ガスを排出することを抑制して燃費の向上を図ることができると共に、燃料ガスへの置換不足による燃料電池スタック1の性能劣化を防止することができる。

【0071】また、この燃料電池システムによれば、上述の第1始動制御処理とは異なり燃料供給調整弁4の開度を制御する必要がないので、第1始動制御処理と比較して制御内容を簡略化することができる。

【0072】「第3始動制御処理（図6、図7）」この第3始動制御処理を行う燃料電池システムは、燃料電池スタック1の電圧を検出する電圧センサ（図示せず）、燃料電池スタック1の温度を検出する温度センサ（図示せず）を更に備え、電圧センサ及び温度センサで検出されたセンサ信号に従った処理を制御部21により行う。

【0073】図6に、このような第3始動制御処理を行



うときの制御部21の処理手順を示す。

【0074】第3始動制御処理において、制御部21は、先ず、ステップS21において、上述の第1始動制御処理又は第2始動制御処理を行った後に、燃料ガス供給流路L1及び燃料ガス循環流路L2の燃料ガスへの置換が終了したか否かの判定をする。制御部21は、燃料ガスへの置換が終了したと判定したときにはステップS22に処理を進める。

【0075】ステップS22において、制御部21は、電圧センサからのセンサ信号を入力して現在の燃料電池スタック1の電圧 $V_r$ を認識すると共に、ステップS23において、温度センサからのセンサ信号を入力して現在の燃料電池スタック1の温度 $T_e$ を認識する。

【0076】次のステップS24において、制御部21は、図7に示すステップS23で検出した燃料電池スタック1の温度 $T_e$ に応じた補正值 $k$ を読み出し、読み出した補正值 $k$ とステップS22で検出した燃料電池スタック1の電圧 $V_r$ とを乗算した補正電圧値 $k \cdot V_r$ を算出する。そして、制御部21は、補正電圧値 $k \cdot V_r$ と、燃料ガス圧力に基づいた燃料電池スタック1の電圧を示す圧力電圧値 $V_t$ との比較をする。制御部21は、補正電圧値 $k \cdot V_r$ が圧力電圧値 $V_t$ より大きいときには、燃料電池スタック1内の水詰まり等による燃料電池スタック1不良はないと判定して処理を終了し、大きくないときにはステップS25に処理を進める。

【0077】ここで、制御部21は、予め図7に示す燃料電池スタック1の温度 $T_e$ と補正值 $k$ との関係を示すテーブルを内部メモリに格納しており、ステップS24の処理を行うに際してテーブルの読み出しを行って、補正值 $k$ を取得する。

【0078】この補正值 $k$ は、燃料電池スタック1の温度 $T_e$ において正常反応している燃料電池スタック1が出力すべき電圧値に、燃料電池スタック1の電圧 $V_r$ を変換する値が設定されている。

【0079】ステップS25において、制御部21は、ステップS21で燃料ガス供給流路L1及び燃料ガス循環流路L2の燃料ガスへの置換が終了したにも拘わらず、燃料電池スタック1の電圧 $V_r$ が所定値まであがらないと判定して、燃料電池スタック1不良と診断する。そして、制御部21は、燃料電池スタック1を停止する処理や、燃料電池スタック1不良が発生していることを利用者に通知、警告する処理などをする。

【0080】このような第3始動制御処理を行う燃料電池システムによれば、燃料電池スタック1内の水詰まり等による燃料電池スタック1不良などの燃料電池スタック1状態を始動制御時に検出することができる。

【0081】〔燃料電池システムの他の構成（図8）〕  
図8に、燃料電池システムの他の構成を示す。この燃料電池システムは、図1のような燃料ガス循環流路L2を有せず、燃料電池スタック1から排出された燃料ガスを

改質器31により改質して外部に排出する構成となっている。

【0082】このような燃料電池システムにおいては、圧力センサ7を、燃料電池スタック1の燃料ガス排出口近傍であって、起動時燃料ガス排出弁6の燃料ガス上流側に設けることが望ましい。

【0083】このような燃料電池システムによれば、上述したように第1始動制御処理及び第2始動制御処理を行うことができると共に、改質器31を設けた構成に対応することができる。

【0084】また、この燃料電池システムによれば、燃料電池スタック1の燃料ガス排出口近傍に圧力センサ7が設けられているので、正確に燃料電池スタック1内の圧力を検出することができる。

【0085】なお、上述の実施の形態は本発明の一例である。このため、本発明は、上述の実施形態に限定されることはなく、この実施の形態以外であっても、本発明に係る技術的思想を逸脱しない範囲であれば、設計等に応じて種々の変更が可能であることは勿論である。

【0086】すなわち、上述の燃料電池システムでは、制御部21により第1始動制御処理及び第2始動制御処理の双方を行うように構成してもよく、第1又は第2始動制御処理の後に第3始動制御処理を行ってもよい。

【0087】また、上述の図8に示した燃料電池システムにより第1又は第2制御処理、並びに第3始動制御処理を行うことができるのは勿論である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した燃料電池システムの構成を示すブロック図である。

【図2】本発明を適用した燃料電池システムにおいて、圧力センサで検出する燃料ガス圧力を一定にした場合における燃料供給調整弁の開度の変化を示す図である。

【図3】本発明を適用した燃料電池システムにおいて、第1始動制御処理を行うときの制御部の処理手順を示すフローチャートである。

【図4】本発明を適用した燃料電池システムにおいて、燃料供給調整弁の開度を一定にした場合における圧力センサで検出する燃料ガス圧力の変化を示す図である。

【図5】本発明を適用した燃料電池システムにおいて、第2始動制御処理を行うときの制御部の処理手順を示すフローチャートである。

【図6】本発明を適用した燃料電池システムにおいて、第3始動制御処理を行うときの制御部の処理手順を示すフローチャートである。

【図7】第3始動制御処理における、燃料電池スタックの温度と、燃料電池スタックの電圧を補正する補正值との関係を示す図である。

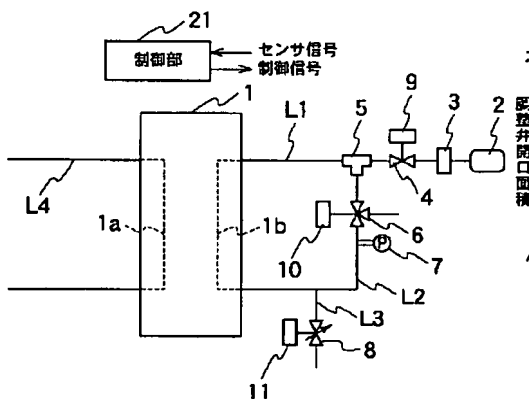
【図8】本発明を適用した燃料電池システムの他の構成を示すブロック図である。

#### 【符号の説明】

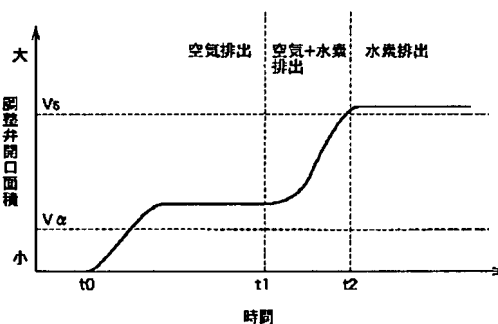
- 1 燃料電池スタック
- 2 燃料貯蔵用タンク
- 3 レギュレータ
- 4 燃料供給調整弁
- 5 エゼクタポンプ
- 6 起動時用燃料ガス排出弁
- 7 圧力センサ

- 8 パージ弁
- 9 第1アクチュエータ
- 10 第2アクチュエータ
- 11 第3アクチュエータ
- 21 制御部
- 31 改質器

【図1】

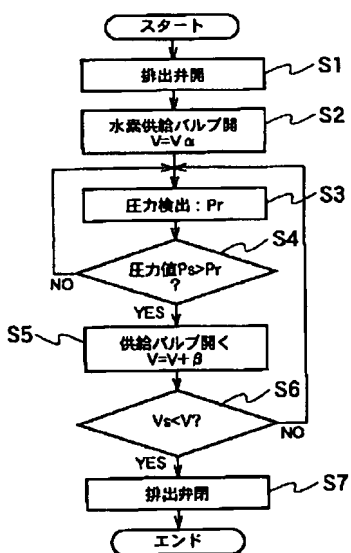


【図2】

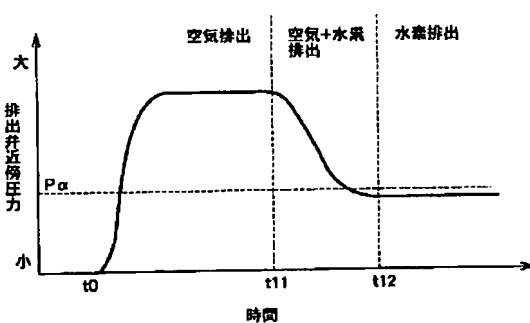


【図5】

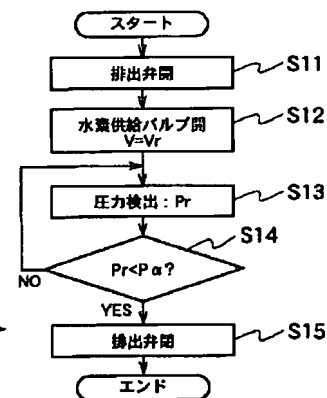
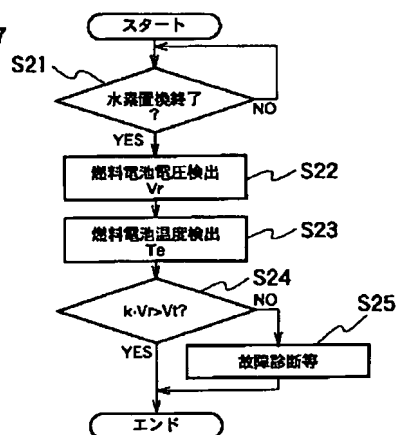
【図3】



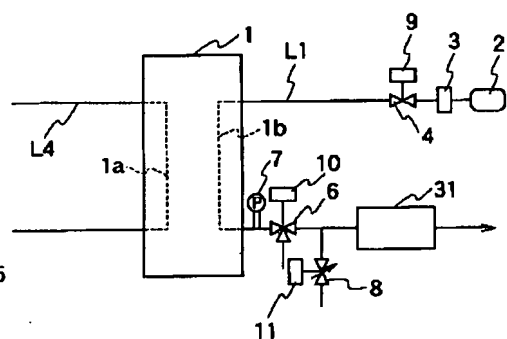
【図4】



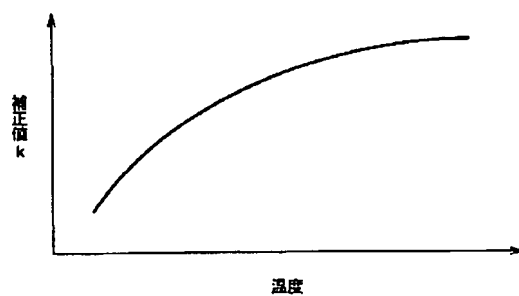
【図6】



【図8】



【図 7】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 5H026 AA06 CX05  
5H027 AA06 BA19 KK05 KK25 KK26  
KK54 MM08